**1. Спеціальні технологічні методи формування поверхневого шару**

Цілеспрямоване формування поверхневого шару із заданими властивостями в процесі виготовлення деталі є однією з важливіших задач технології машинобудування.

Використовують наступні методи зміцнюючої обробки, що базуються на поверхнево-пластичному деформуванні матеріалу деталі.

**Дробовоструминне наклепування** застосовують для підвищення межі витривалості деталей зі сталі і кольорових сплавів, а також для зміцнення зварених швів. Наклепуванню піддають пружини, листи ресор, зубчасті колеса та інші деталі складних форм після їх кінцевої обробки. На якість поверхні впливають розмір і швидкість руху дробу, а також кут, під яким він ударяється об оброблювану поверхню, витрати дробу і тривалість обробки.

Глибина наклепу досягає 0,5–1,5 мм, вихідна твердість підвищується на 20–50%, в поверхневому шарі утворюються стискуючі напруження 500–800 МПа, а під ним – розтягуючі. Термін служби пружин підвищується в 1,5–2 рази, зубчастих коліс – у 2,5 рази, ресор – у 10–12 разів. Після обробки дробом шорсткість поверхні Ra = 3,2–0,8 мкм, шорсткість грубооброблених (вихідних) поверхонь зменшується, а чистооброблених збільшується.

Обробці піддають незагартовані та термооброблені деталі, використовуючи чавунний або стальний дріб діаметром 0,4–2 мм. Тривалість обробки – не більше 10 хв. Її проводять у спеціальних камерах за допомогою пневматичних або центробіжних дробометів.

**Наклепування бойками** (чеканку) здійснюють за допомогою пневматичних молотків. Робочим інструментом є сферичний ударник. Від його дії на поверхні залишаються вм’ятини. Метод застосовують для наклепування ділянок концентрації напружень великих деталей до їх кінцевої обробки.

**Обкатування роликами і шариками** застосовують для фінішної обробки зміцнення деталей. Обкатування циліндричних поверхонь проводять стальними загартованими або твердосплавними роликами, рідше – стальними шариками, закріпленими у державці. Обкатування перехідних поверхонь і канавок проводять радіусними роликами, а консольно закріплених нежорстких деталей (при обробці на автоматах) – за допомогою трироликових головок. Обкатування роликами після чистової обробки лезовим інструментом зменшує висоту мікронерівностей у 2–3 рази і збільшує несучу поверхню. Після обкатування обточених деталей зі сталі 45 зміцнюючими роликами їх межа витривалості може бути підвищена у 2 рази. Якщо метою обробки є зміцнення поверхні, то сили обкатування збільшують, проте в цьому випадку трохи знижується точність обробки.

**Розкатування отворів** виконують багатороликовими інструментами на свердлильних, токарно-револьверних, горизонтально-розточувальних, а також на токарних автоматах. При розкатуванні підвищується твердість поверхневого шару на 20–50% і його зносостійкість у 1,5–2 рази. Такий же результат отримують при дорнуванні отворів шариками і калібрувальними оправками.

Розточений чи розвернутий за 8–7 квалітетами точності отвір можна довести розкатуванням або дорнуванням до 7–6 квалітету.

**Обробка стальними щітками** – ефективний метод зміцнення деталі на глибину 0,04–0,06 мм.

Щітки складаються зі сталевого дроту діаметром 0,3–0,1 мм, обертаються з коловою швидкістю 30–45 м/с, їх стійкість – декілька тисяч годин. При обробці щітками середньої жорсткості вихідна шорсткість зменшується у 2–4 рази. Через 4–6 с шорсткість поверхні досягає мінімального значення і далі починає різко збільшуватись з уворенням напливів. На першому етапі мікротвердість поверхневого шару зростає у 1,5–6 разів і далі продовжує зростати, збільшуючись в 3–4 рази проти вихідної. Процес може бути автоматизований для обробки деталей різних типів і розмірів.

**Обробку дрібних деталей** після механічної обробки проводять також у спеціальних барабанах, які наповнюються абразивними гранулами і вся маса піддається вібрації. При цьому знімаються заусениці, заокруглюються гострі кромки, частково знижується шорсткість та утворюється наклепаний шар.

Застосування методів зміцнюючої технології підвищує довговічність машин, скорочує потребу в матеріалах і запасних частинах, дозволяє зменшити габарити і масу деталей внаслідок підвищення допустимих напружень, а також знижує витрати на виготовлення та експлуатацію машин.

поверхня шар мікродеформація залишковий

**2. Методи вимірювання та оцінки якості поверхні**

Шорсткість поверхонь оцінюють при контролі та прийманні деталей, а також при дослідженнях в лабораторних умовах.

Методи оцінки, що застосовуються, можна поділити на прямі та непрямі. Для прямої оцінки шорсткості застосовують щупові (профілографи і профілометри) і оптичні (подвійний та інтерференційний мікроскопи) прилади. Для посередньої оцінки використовують еталони шорсткості та інтегральні методи.

**Профілометри** випускають стаціонарного і переносного типів. Вони дозволяють вимірювати шорсткість в межах 0,02–5 мкм. На шкалі профілометра оцінка шорсткості дається за параметром Ra або Hск (середнє квадратичне відхилення висоти мікронерівностей від середньої лінії профілю).

**Профілографи** застосовують для запису мікропрофілю поверхні (Rz = 0,025–80 мкм) у вигляді профілограм. При подальшій обробці знятої профілограми можуть бути отримані значення Ra і Rz для даної поверхні. Профілографи призначені для лабораторних досліджень і не придатні для цехового контролю.

**Подвійний мікроскопи ПСС-2 і МИС-ІІ** призначені для вимірювання шорсткості поверхні Rz = 0,8–80 мкм. В цьому приладі мікронерівності освітлюють світловим променем, направленим під деяким кутом до контрольованої поверхні. Мікронерівності вимірюють за допомогою окулярного мікрометра або фотографують. Змінними об’єктивами досягають збільшення в 517 разів. На приладі визначають шорсткість поверхні за показником Rz.

Недолік методу – необхідність вимірювань і підрахунків результатів вимірювань.

Мікроскоп ПСС-2 застосовують при лабораторних дослідженнях та вибірковому контролі.

**Мікроінтерферометри (МИИ-4)** використовують для вимірювання шорсткості поверхні Rz = 0,025–0,6 мкм. Інтерференційні смуги викривлюються відповідно профілю мікронерівностей на ділянці поверхні, що розглядається. Висоту цих викривлень вимірюють окулярним мікрометром при збільшенні в 490 разів. Фотографування проводять при збільшенні в 290 разів.

Мікроінтерферометри застосовують при лабораторних дослідженнях і виробничому контролі прецизійних деталей.

**Метод порівняння поверхні** контрольованої деталі з атестованим еталоном шорсткості є найбільш простим.

Еталони повинні бути виготовленими з тих же матеріалів, що і контрольовані деталі, оскільки відбивна спроможність матеріалу (сталі, чавуну, кольорових сплавів тощо) впливає на оцінку шорсткості поверхні. Еталони необхідно обробляти тими ж методами, якими обробляють контрольовані деталі.

**Інтегральні методи** дозволяють посередньо оцінювати шорсткість поверхні за витратами повітря, що проходять через щілини, які утворюються западинами мікропрофілю і торцевою поверхнею сопла пневматичної вимірювальної головки, що обпирається на досліджувану поверхню.

Настроювання пневматичних приладів проводять за еталонними деталями.

Існують й інші методи посереднього вимірювання шорсткості.

**Хвилястість поверхонь** можна вимірювати на профілографах при великій базовій довжині і застосуванні ощупуючих голок з великим радіусом заокруглення вістря.

**Для визначення глибини і загальної характеристики поверхневих шарів** необроблених заготовок, а також після попередньої та чистової обробки різанням використовують метод дослідження мікрошліфів. Мікротвердість поверхневих шарів досліджують методом вдавлювання алмазної піраміди на приладі ПМТ-3. Найбільш зручно досліджувати глибину поверхневого шару і зміну його мікротвердості в міру віддалення від поверхні по мікрошліфу, виконаному у вигляді косого зрізу під кутом α = 0°30'–2°. Глибина наклепаного шару h = ℓtgα.

Косий зріз отримують притиранням, використовуючи пасту ДОІ, що зменшує можливість зміни поверхневого шару. Виготовлений зразок встановлюють на приладі так, щоб досліджувана поверхня розташувалася горизонтально. Потім алмазною пірамідою при навантаженні 500–1000 Н наносять відбитки, вимірюють їх діагоналі і визначають за таблицями твердості числа твердості. Наклепаний шар закінчується там, де мікротвердість для сусідніх відбитків виявиться однаковою.

**Для дослідження зміни поверхневого шару після тонкої обробки** **застосовують рентгеноструктурний аналіз**. Залишкові напруження у поверхневому шарі металу при цьому визначають, витравлюючи з поверхні зразка шари товщиною 5–10 мкм, і після кожного витравлювання знімають рентгенограму.

Цей метод довготривалий і трудомісткий, на зняття і обробку однієї рентгенограми потрібно приблизно 10 годин.

**Зміни в шарах металу товщиною менше 5 мкм не вловлюються рентгеноаналізом. В цих випадках поверхневий шар досліджують методом** **структурної електронографії**, що базуються на дифракції електронів і який дозволяє досліджувати побудову найтоншого поверхневого шару різних матеріалів.

**Мікротріщини у поверхневому шарі** визначають різними методами дефектоскопії (магнітної суспензії, магнітної індукції, ультразвуком, флуоресценції).

**Залишкові напруження у поверхневих шарах** після попередньої та чистової обробки досліджують, використовуючи методи Н.Н. Давиденкова або Г Закса. Ці напруження визначають за допомогою розрахунків за величиною деформації зразка після зняття з нього напруженого шару. Для тонких шарів можна застосувати рентгенівський метод, який базується на вимірюванні міжатомних відстаней в напруженому і ненапруженому металі.

Цей метод є неруйнуючим і дозволяє отримувати дані з площадок розміром 1–3 мм.

**Перспективний безконтактний метод неруйнуючого дослідження мікродеформацій деталі для визначення залишкових напружень методом голографічної інтерферометрії.** Він базується на дифракції та інтерференції електромагнітних сигналів і придатний для дослідження деталей простої та складної форм, дозволяє виявити області підвищеної концентрації залишкових напружень.

**Використана література**

1. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – К. 1993. – 544 с.

2. Маталин А.А. Технология машиностроения. – Л. – М., 1985. – 496 с.

3 Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С. Корсакова – М., 1977. – 416 с.

4. Справочник технолога-машиностроителя / Под. ред. А.Г. Косиловой, О.К Мищерякова. Т. 1. – М. 1985. – 655 с.

5. Руденко П.А., Шуба В.А и др. Отделочные операции в машиностроении. – К.: Техника, 1990. – 150 с.